

BIOLOGICAL NITROGEN REMOVING METHOD

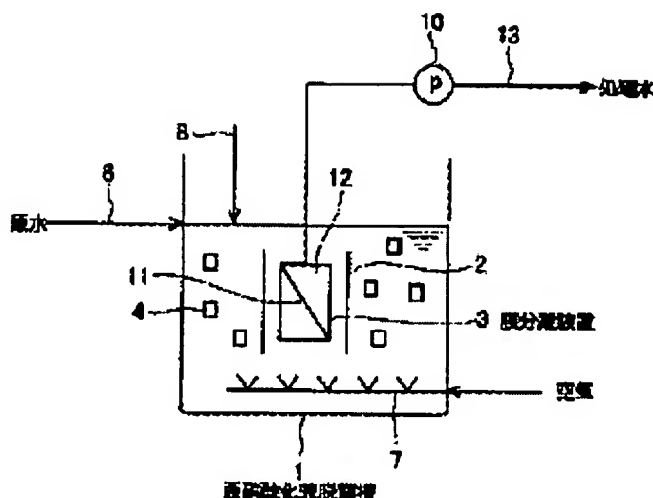
Publication number: JP2001293494
Publication date: 2001-10-23
Inventor: YASUI HIDENARI; FUKASE TETSURO
Applicant: KURITA WATER IND LTD
Classification:
- **International:** C02F3/34; C02F3/34; (IPC1-7): C02F3/34
- **European:**
Application number: JP20000115802 20000411
Priority number(s): JP20000115802 20000411

Report a data error here

Abstract of JP2001293494

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a biological nitrogen removing method by which ammoniacal nitrogen can be denitrified by a single step without distinguishing a nitrifying stage and a dedenitrifying stage at low cost and with simple control. **SOLUTION:**

Conversion to nitrous acid and denitrification are performed simultaneously and in parallel by introducing raw water 6 containing the ammoniacal nitrogen into a tank 1 for converting to nitrous acid and for denitrifying and mixing the water with an ammonia oxidizing bacteria and a holophytic denitrifying bacteria while aerating the air of the amount at which the proliferation of the holophytic denitrifying bacteria from an air diffusing device 7 disposed at the bottom part in the tank. The liquid in the tank is moved to a permeated liquid chamber 12 side by permeating a separation membrane 11 by sucking the liquid with a pump 10 and the permeated liquid is discharged from a treated water passage 13 as the treated water.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-293494
(P2001-293494A)

(43) 公開日 平成13年10月23日 (2001. 10. 23)

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	テームコード* (参考)
C 0 2 F 3/34	1 0 1	C 0 2 F 3/34	1 0 1 A 4 D 0 4 0 1 0 1 D

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2000-115802(P2000-115802)

(22) 出願日 平成12年4月11日 (2000. 4. 11)

(71) 出願人 000001063

栗田工業株式会社

東京都新宿区西新宿3丁目4番7号

(72) 発明者 安井 英斉

東京都新宿区西新宿3丁目4番7号 栗田工業株式会社内

(72) 発明者 深瀬 哲朗

東京都新宿区西新宿3丁目4番7号 栗田工業株式会社内

(74) 代理人 10006/839

弁理士 柳原 成

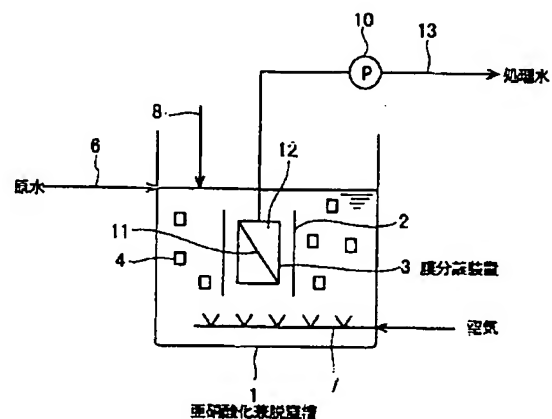
Fターム(参考) 4D040 BB07 BB13 BB24 BB42 BB91

(54) 【発明の名称】 生物学的窒素除去方法

(57) 【要約】

【課題】 硝化工程と脱窒工程とを区別することなく、アンモニア性窒素を一工程で脱窒することができ、かつ低コストで、しかも制御が簡単な生物学的窒素除去方法を提案する。

【解決手段】 アンモニア性窒素を含む原水6を亜硝酸化兼脱窒槽1に導入し、槽内底部に設けられた散気装置7から、独立栄養性脱窒菌の増殖を阻害しない量の空気を曝気しながら、アンモニア酸化菌および独立栄養性脱窒菌と混合することにより亜硝酸化および脱窒を同時に並行して行う。槽内液はポンプ10により吸引することにより分離膜11を透過させて透過液室12側に移行させ、この透過液を処理水として処理水路13から排出する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 アンモニア性窒素を含む被処理水をアンモニア酸化菌および独立栄養性脱窒菌を含む生物汚泥と接触させ、独立栄養性脱窒菌の増殖を阻害しない量の酸素含有ガスを供給しながら生物反応を行い、アンモニア酸化菌によりアンモニア性窒素の一部を亜硝酸性窒素に硝化するとともに、独立栄養性脱窒菌により脱窒を行うことを特徴とする生物学的窒素除去方法。

【請求項2】 被処理水中のアンモニア性窒素の0.75～4.5モル倍の酸素の溶解量となるように酸素含有ガスを供給しながら生物反応を行う請求項1記載の生物学的窒素除去方法。

【請求項3】 アンモニア酸化菌および独立栄養性脱窒菌を含む生物汚泥を担体に担持させ生物反応を行う請求項1または2記載の生物学的窒素除去方法。

【請求項4】 生物汚泥は独立栄養性脱窒菌の表面をアンモニア酸化菌が覆うように形成されているものである請求項1ないし3のいずれかに記載の生物学的窒素除去方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はアンモニア性窒素を含む排水を、独立栄養性アンモニア酸化菌および独立栄養性脱窒菌を利用して生物学的に浄化する生物学的窒素除去方法に関する。

【0002】

【従来の技術】排水中に含まれるアンモニア性窒素は河川、湖沼および海洋などにおける富栄養化の原因物質の一つであり、排水処理工程で効率的に除去されることが望まれる。一般に、排水中のアンモニア性窒素は硝化と脱窒の2段階の生物反応によって窒素ガスにまで分解される。具体的には、硝化工程ではアンモニア性窒素は好気条件下で独立栄養性細菌であるアンモニア酸化菌によって酸素を利用して亜硝酸性窒素に酸化され、この亜硝酸性窒素が独立栄養性細菌である亜硝酸酸化菌によって硝酸性窒素に酸化される。次に脱窒工程ではこれらの亜硝酸性窒素および硝酸性窒素は嫌気条件下で、従属栄養性細菌である脱窒菌により、有機物を電子供与体として利用しながら硝酸呼吸により窒素ガスにまで分解される。

【0003】このような従来の生物学的窒素除去においては、アンモニア性窒素を亜硝酸性窒素および硝酸性窒素に酸化する硝化工程では多量の酸素が必要であり、また従属栄養性細菌である脱窒菌を利用する脱窒工程では、電子供与体としてメタノールなどの有機物を多量に添加する必要があるため、ランニングコストを増加させている。また硝化は好気反応であり、脱窒は嫌気反応であるので、硝化と脱窒とは別々の工程で行う必要がある。

【0004】ところで、近年、嫌気条件下でアンモニア性窒素を電子供与体、窒素酸化物（硝酸性窒素、亜硝酸

性窒素）を電子受容体として両者を反応させ、窒素ガスを生成することができる独立栄養性の微生物群を利用した新しい窒素処理技術の開発が進められている（例えば特表平3-501099号）。このような処理技術のうち、硝酸性窒素が電子受容体となる独立栄養性脱窒菌により硝酸呼吸を利用するものは、独立栄養性脱窒菌の採取が困難であって、通常の処理系から採取することができず、かつ亜硝酸性窒素を硝酸性窒素に酸化するための酸素を要するために処理コストが高くなるという問題点がある。

【0005】一方、亜硝酸呼吸を利用し、硝酸性窒素ではなく亜硝酸性窒素が電子受容体となる独立栄養性脱窒菌は通常の排水処理系から採取でき、このような脱窒菌を用い、嫌気条件下でアンモニア性窒素を電子供与体、亜硝酸性窒素を電子受容体として両者を反応させ、窒素ガスを生成させて脱窒を行う窒素除去技術も開発されている（FEMS Microbiology Letters, 16(1995), p177-184およびWat. Res., 31(1997), p1955-1962）。この方法では亜硝酸性窒素として亜硝酸塩を添加する例が主として示されているが、好気処理によりアンモニア性窒素を部分的に硝化し、生成する亜硝酸性窒素と残留するアンモニア性窒素を独立栄養性脱窒菌を利用して嫌気性下に反応させて脱窒する方法も示唆されている。

【0006】しかし、亜硝酸塩を添加すると処理コストが高くなり、また窒素負荷も増加させるので好ましくない。アンモニア性窒素を含む被処理水を部分的に硝化する場合、硝酸性窒素が生成すると独立栄養性脱窒菌の増殖が阻害されるため、硝酸性窒素の生成しない条件で硝化を行う必要がある。また残留するアンモニア性窒素と酸化された亜硝酸性窒素との比率を一定に保つことが困難であり、このため独立栄養性脱窒菌の脱窒活性が高くなるようにアンモニア性窒素と亜硝酸性窒素との比率を制御することが難しい。さらにこの方法では硝化工程と脱窒工程とを別々に設け、硝化工程を好気状態に保ち亜硝酸性窒素濃度を高くして亜硝酸型硝化を維持するとともに、脱窒工程を嫌気状態に保つ必要があり、操作が複雑になる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】本発明の課題は、硝化工程と脱窒工程とを区別することなく、アンモニア性窒素を一工程で脱窒することができ、かつ低コストで、しかも制御が簡単な生物学的窒素除去方法を提案することである。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明は次の生物学的窒素除去方法である。

(1) アンモニア性窒素を含む被処理水をアンモニア酸化菌および独立栄養性脱窒菌を含む生物汚泥と接触させ、独立栄養性脱窒菌の増殖を阻害しない量の酸素含有ガスを供給しながら生物反応を行い、アンモニア酸化菌

によりアンモニア性窒素の一部を亜硝酸性窒素に硝化するとともに、独立栄養性脱窒菌により脱窒を行うことを特徴とする生物学的窒素除去方法。

(2) 被処理水中のアンモニア性窒素の0.75～4.5モル倍の酸素の溶解量となるように酸素含有ガスを供給しながら生物反応を行う上記(1)記載の生物学的窒素除去方法。

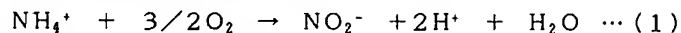
(3) アンモニア酸化菌および独立栄養性脱窒菌を含む生物汚泥を担体に担持させ生物反応を行う上記(1)または(2)記載の生物学的窒素除去方法。

(4) 生物汚泥は独立栄養性脱窒菌の表面をアンモニア酸化菌が覆うように形成されているものである上記(1)ないし(3)のいずれかに記載の生物学的窒素除去方法。

【0009】本発明において、アンモニア酸化菌はアンモニア性窒素を基質とし、酸素呼吸により酸化させて亜硝酸性窒素を生成させる独立栄養性の細菌であり、通常硝化脱窒法の硝化工程で利用されるアンモニア酸化菌がそのまま利用される。

【0010】本発明において、「脱窒」は特にことわらない限り亜硝酸呼吸によりアンモニア性窒素と亜硝酸性窒素とを生物反応させて脱窒を行う独立栄養性脱窒菌による脱窒を意味する。本発明で使用する独立栄養性脱窒菌は有機物のような一般的な栄養を必要とせず、アンモニアを基質として亜硝酸呼吸により上記の脱窒を行う微生物である。このような微生物としては上記の作用を行う特定の細菌を選別して用いることもできるが、一般的には後述するようにアンモニア性窒素および亜硝酸性窒素を含む系で培養を継続することにより優勢となる細菌を利用することができる。

【0011】本発明で用いる生物汚泥はこのようなアンモニア酸化菌および独立栄養性脱窒菌を含む生物汚泥で



で表されるので、被処理水中のアンモニア性窒素の0.75～4.5モル倍、好ましくは0.75～3モル倍の酸素の溶解量となるように酸素含有ガスを供給しながら脱窒を行うのが望ましい。

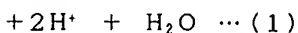
【0014】生物反応系への酸素の供給量は独立栄養性脱窒菌の増殖を阻害しない量とされる。独立栄養性脱窒菌は偏性嫌気性菌であって酸素の過剰な存在下では増殖が制限される。独立栄養性脱窒菌の増殖が阻害される溶存酸素濃度は反応系のアンモニア濃度、その他の条件により変化する。例えば、アンモニア濃度が低いときは許容溶存酸素濃度は低い、アンモニア濃度が高い場合は許容溶存酸素濃度も高くなる。また生物汚泥中の細菌の配置(構造)によっても許容溶存酸素濃度は変化する。例えば、アンモニア酸化菌と独立栄養性脱窒菌がランダムに混合されている場合は反応系の許容溶存酸素濃度は低くする必要があるが、独立栄養性脱窒菌の表面をアンモニア酸化菌が覆っている場合は許容溶存酸素濃度は高

ある。これらの細菌は生物汚泥中にランダムな混合状態で汚泥中に含まれていてもよいが、独立栄養性脱窒菌の表面をアンモニア酸化菌が覆うように構成された生物汚泥を用いるのが好ましい。このような汚泥は反応液中に担体を存在させて処理を継続することにより形成される。担体としてはスポンジのような軽質の粒状の材料が好ましいが、他の担体でもよい。このような担体に生物汚泥が付着すると、表面側は好気性となるためアンモニア酸化菌が優勢となり、内部は嫌気性になるため独立栄養性脱窒菌が優勢となり、上記構成の生物汚泥が形成されやすい。

【0012】本発明で処理の対象となる被処理水はアンモニア性窒素を含む被処理水であり、有機物、亜硝酸性窒素、その他の不純物などを含んでいてもよい。有機性窒素化合物を含む被処理水は、そのまま本発明に供してもよいが、嫌気性処理または好気性処理などにより有機性窒素化合物をアンモニア性窒素に変換したのち本発明に供してもよい。また硝酸性窒素を含む被処理水は、硝酸性窒素を還元触媒と接触させるなどの方法により亜硝酸性窒素に還元したのち本発明に供することができる。本発明で処理の対象となる被処理水の例としては、し尿、下水、食品排水、肥料工場排水などがあげられる。

【0013】本発明で使用する酸素含有ガスとしては酸素を含有するガスが制限なく使用できる。酸素含有ガスとしては空気が好ましいが、他のガスを使用することもできる。酸素含有ガスは、被処理水中のアンモニア性窒素を全て亜硝酸性窒素に酸化するのに必要な化学量論の0.5～3倍、好ましくは0.5～2倍の酸素の溶解量となるように供給しながら脱窒を行うのが望ましい。すなわち、アンモニア性窒素が亜硝酸に酸化される反応は、式(1)

【化1】



くなくてもよい。独立栄養性脱窒菌の増殖を阻害するかどうかは、生物汚泥を採取して顕微鏡観察等により菌数測定することにより判定することができる。

【0015】反応系への酸素含有ガスの供給量として溶存酸素濃度を指標とする場合は、被処理水中の溶存酸素濃度が0～8mg/L、好ましくは0～6mg/Lの範囲となるように酸素含有ガスを供給するのが望ましい。被処理水中の溶存酸素濃度は微生物の量、BODの濃度および水温などにより変動するが、本発明における酸素含有ガスの供給量は、酸素の溶解量が前記範囲となり、かつ溶存酸素濃度が前記範囲となるように酸素含有ガスを供給するのが特に好ましい。酸素含有ガスを上記溶解量となるように供給されていれば、溶存酸素濃度は検出されない低さでもよい。

【0016】本発明では被処理水をアンモニア酸化菌および独立栄養性脱窒菌を含む生物汚泥と接触させ、反応系に上記のように独立栄養性脱窒菌の増殖を阻害しない

量の酸素含有ガスを供給することにより生物反応を行い、アンモニア酸化菌によりアンモニア性窒素の一部を亜硝酸性窒素に硝化するとともに、独立栄養性脱窒菌によりアンモニア性窒素と亜硝酸性窒素とを反応させて脱窒を行う。これにより硝化（亜硝酸化）と脱窒とを容易に同時に進行させることができ、このため従来の方法のように硝化工程と脱窒工程とを区別して設ける必要はなくなり、一工程（一反応槽）でアンモニアを直接的に脱窒することができる。

【0017】本発明の生物反応は生物ろ過式、浮遊式、曝気式など任意の装置で行うことができる。装置内にスポンジなどの浮遊担体を添加して処理することにより、微生物の保持量を高く維持することができる。これと同時に内側に独立栄養性脱窒菌を付着させ、その表面を覆うように外側にアンモニア酸化菌を付着させ、これにより独立栄養性脱窒菌が反応液と直接接するのを防止し、酸素供給量を多くしても独立栄養性脱窒菌の増殖を阻害することなく効率的に処理を行うことができる。

【0018】本発明の方法において、酸素含有ガスの供給は空気曝気などの方法により行うことができる。また前記酸素供給量となるように酸素含有ガスを供給するには、曝気する空気の量を調節して酸素供給量を少なくする方法などにより行うことができる。

【0019】本発明の方法において、一工程で亜硝酸化および脱窒を行う場合の酸素含有ガスの供給以外の条件は、pH 5.5～9、好ましくは6.5～8、温度5～40℃、好ましくは20～30℃、アンモニア性窒素濃度0.5～10000mg-N/L、好ましくは5～5000mg-N/L、窒素負荷10kg-N/m³・day以下、好ましくは0.02～2kg-N/m³・dayとするのが望ましい。

【0020】またMLSS濃度は高いほどよいが、通常は3000～15000mg/Lとするのが望ましい。アンモニア酸化菌および独立栄養性脱窒菌の割合は、亜硝酸化反応に支障がない範囲で独立栄養性脱窒菌の割合が多いほど好ましく、具体的にはアンモニア酸化菌：独立栄養性脱窒菌の生菌数の比で1：1～1：10であるのが好ましい。アンモニア酸化菌に比べて独立栄養性脱窒菌が少ないと亜硝酸が蓄積し、この亜硝酸を酸化する亜硝酸酸化菌が増殖するようになり、このような系では独立栄養性脱窒菌の基質である亜硝酸が減少して独立栄養性脱窒菌が増殖できなくなる。上記のような条件で亜硝酸化および脱窒を行うと、通常硝酸性窒素の生成はごくわずかである。

【0021】独立栄養性脱窒菌の活性はBODにより阻害されるので、被処理水中のBOD濃度は低い方がよいが、数100mg/L程度であれば処理に問題はない。しかし、BOD濃度がアンモニア性窒素濃度の2倍以上含まれている場合は、本発明の生物学的窒素除去工程の前段に好気性生物処理または嫌気性生物処理などの前処

理工程を設けてBODを除去した後、本発明の生物学的窒素除去工程に導入するとよい。BOD除去装置としては好気的条件下でBODを生物学的に分解する活性汚泥処理装置や、嫌気的にメタン生成菌と接触させるメタン発酵装置、有機物を電子受容体として脱窒を行う従来の従属栄養性脱窒菌を用いた嫌気性の脱窒装置などがあげられる。

【0022】アンモニア酸化菌と独立栄養性脱窒菌とが共存する系は、一度共存する系が安定すると、その後はアンモニア性窒素を含む被処理水に酸素含有ガスを供給しながら、アンモニア酸化菌および独立栄養性脱窒菌を含む生物汚泥と接触させることにより、安定してこの系を維持することができる。アンモニア酸化菌と独立栄養性脱窒菌とが安定して共存する系は、例えば次のような方法で確立することができる。

【0023】1) 純粋培養または集積培養により別々に増殖させたアンモニア酸化菌と独立栄養性脱窒菌とを混合して処理する。この場合、担体を存在させるのが好ましい。

2) すでに共存している系の汚泥を種汚泥として使用する。

なお、これらの細菌を種汚泥として使用する場合、運転開始当初は過負荷とならないように注意し、独立栄養性脱窒菌の反応が十分に進行していることを確認しながら負荷を上げていくのが好ましい。

【0024】本発明の方法は、前記のように一つの反応槽において一工程でアンモニアを脱窒することができるが、二個以上の反応槽を用いて多段階で処理することもできる。多段階で反応させることにより、各段の酸素含有ガスの溶解量を変えて硝酸の生成を効果的に抑制し、効率よく脱窒することができる。多段階で反応させる場合、各段の酸素含有ガスの溶解量は任意の値に設定してよいが、各段を合せた処理工程全体での酸素含有ガスの溶解量はアンモニア性窒素の0.75～4.5モル倍となるようにするのが好ましい。

【0025】例えば、二個の反応槽を用いて二段で処理する場合、酸素の溶解量が前段の反応槽についてアンモニア性窒素の0.5～4.5モル倍、好ましくは0.5～1モル倍、後段が0.25～4.5モル倍、好ましくは0.75～3モル倍で、かつ前段および後段の酸素溶解量の合計がアンモニア性窒素の0.75～4.5モル倍となるように酸素含有ガスの供給を調整するとよい。また溶存酸素濃度が前段の反応槽について0.5～6mg/L、好ましくは0.5～1mg/L、後段が0～0.5mg/L、好ましくは0～0.3mg/Lとなるように、前記の酸素の溶解量の範囲内で酸素含有ガスの供給を調整するとよい。

【0026】このように前段の酸素供給量を相対的に高くすることにより、アンモニアの亜硝酸化を十分に進行させ、後段においては脱窒を十分に進行させることがで

きる。なおこの場合も、前段では独立栄養性脱窒菌による脱窒が進行し、また後段ではアンモニア酸化菌による亜硝酸化が進行している。

【0027】本発明の方法では、曝気する酸素量は少なく、しかも独立栄養性脱窒菌は有機物を添加しなくても亜硝酸性窒素とアンモニア性窒素とを反応させて脱窒することができるので、低コストでの処理が可能である。さらに、酸素含有ガスの供給量を調節するだけで一工程で効率よく脱窒が進行するので、例えば酸素の溶解量を前記範囲に維持するだけで一工程で効率よく脱窒が進行するので、制御が簡単である。

【0028】本発明で用いられる独立栄養性脱窒菌は、次のような方法により得ることができる。浮遊汚泥方式（SRTを15d以上）または生物膜方式のリアクターに植種源として排水処理プラント、下水処理またはし尿処理等の脱窒汚泥を添加し、温度10～40℃、pH5～9、BOD濃度20mg/L以下、嫌気条件下（溶存酸素濃度0.2mg/L以下）に、アンモニア性窒素、亜硝酸性窒素および無機炭酸を含む無機培地を通水する。その際、リアクターに対するアンモニア性窒素、亜硝酸性窒素の負荷は、処理水中の両者の濃度が1～200mg-N/Lになるように調整する。このようにして30～360日程度通水を継続すると、アンモニア性窒素および亜硝酸性窒素が除去されるようになり、リアクターに独立栄養性脱窒菌が集積してくる。さらに通水を継続すると、例えば1～2年通水すると、アンモニア性窒素除去速度と亜硝酸性窒素除去速度とを合計したリアクターの全窒素除去速度が1～2kg-N/m³・day以上となる程度の独立栄養性脱窒菌が集積してくる。独立栄養性脱窒菌が集積するに従って、アンモニア性窒素除去速度および亜硝酸性窒素除去速度がどちらも増加してくるので、基質不足にならないように負荷を増加させる。前記無機培地としては、通常の微生物を培養する際に培地添加する程度の金属塩を含むものを使用し、これらの一部を含む水道水や工場排水などを用いる場合は、別途添加する必要はない。培地中の炭酸塩のモル濃度は、培地中のアンモニア性窒素のモル数の0.05倍以上のモル数となるようにする。

【0029】

【作用】本発明で用いる独立栄養性脱窒菌は、アンモニア性窒素を電子供与体、硝酸性窒素を電子受容体として亜硝酸呼吸により両者を生物反応させ、窒素ガスを生成する微生物（細菌）である。従って本発明の方法では、アンモニア酸化菌により酸素を利用して被処理水中のアンモニアが亜硝酸に酸化され、この亜硝酸が電子受容体として利用され、独立栄養性脱窒菌の作用により、被処理水中のアンモニアを電子供与体として脱窒が行われる。

【0030】アンモニア酸化菌によるアンモニアの亜硝酸化は好気反応であり、独立栄養性脱窒菌による亜硝酸

の脱窒は嫌気反応であるが、アンモニア酸化菌および独立栄養性脱窒菌の両者が共存する系に、独立栄養性脱窒菌の増殖を阻害しない量の酸素含有ガスを供給することにより、好ましくは前記酸素の溶解量となるように酸素含有ガスを供給することにより、亜硝酸化と脱窒とが同時に並行して進行する。

【0031】

【発明の効果】本発明の生物学的窒素除去方法は、アンモニア性窒素を含む被処理水をアンモニア酸化菌および独立栄養性脱窒菌を含む生物汚泥と接触させ、独立栄養性脱窒菌の増殖を阻害しない量の酸素含有ガスを供給しながら生物反応を行い、アンモニア酸化菌によりアンモニア性窒素の一部を亜硝酸性窒素に硝化するとともに、独立栄養性脱窒菌により脱窒を行うので、アンモニア性窒素を含む被処理水を、硝化工程と脱窒工程とを区別することなく一工程で脱窒することができ、かつ低コストで、しかも制御が簡単である。

【0032】

【発明の実施の形態】以下、本発明を図面の実施例により説明する。図1は実施例の生物学的窒素除去装置を示す系統図である。1は亜硝酸化兼脱窒槽であり、槽内に浸漬されたガイド筒2内に浸漬型膜分離装置3が設けられている。4はスポンジであり、このスポンジ4を担体として、アンモニア酸化菌および独立栄養性脱窒菌が高濃度に共存して保持されている。

【0033】図1の装置でアンモニア性窒素を含む被処理水（原水）を処理するには、被処理水を原水路6から亜硝酸化兼脱窒槽1に導入し、槽内底部に設けられた散気装置7から、独立栄養性脱窒菌の増殖を阻害しない量の空気を曝気しながら、アンモニア酸化菌および独立栄養性脱窒菌と混合することにより亜硝酸化および脱窒を同時に並行して行う。このとき、散気装置7から曝気する空気の量を調節することにより、酸素供給量が前記範囲になるように制御する。

【0034】またpH、温度、亜硝酸イオン濃度、滞留時間を前記範囲に制御する。pHはpH調整剤供給路8から酸またはアルカリを添加して調整する。温度は蒸気の吹込を行ったり、熱交換器を設置することにより調整する。

【0035】槽内液は浸漬型膜分離装置3により固液分離する。すなわち、ポンプ10により吸引することにより槽内液は分離膜11を透過させて透過液室12側に移行させ、この透過液を処理水として処理水路13から排出する。

【0036】このようにして処理することにより、被処理水中のアンモニアは槽内のアンモニア酸化菌の作用により亜硝酸に酸化される。槽内の独立栄養性脱窒菌はこの亜硝酸性窒素を電子受容体とし、また被処理水中のアンモニア性窒素を電子供与体として両者を反応させ、窒素ガスを生成する。これにより、亜硝酸化兼脱窒槽1に

において、被処理水中のアンモニアが一工程で脱窒される。

【0037】図1の装置では、亜硝酸化兼脱窒槽1を2個以上設け、多段階で処理することもできる。また浸漬型膜分離装置3の代わりに他の固液分離装置を使用することもできる。また浸漬型膜分離装置3の後段に再曝気槽を設け、残留有機物を分解することもできる。さらに被処理水中のBOD濃度が上記上限値を超える場合は、亜硝酸化兼脱窒槽1の前に好気性生物処理または嫌気性生物処理などの前処理工程を設けてBODを除去した後、亜硝酸化兼脱窒槽1に導入することができる。

【0038】

【実施例】次に本発明の実施例について説明する。

【0039】試験例1

表1

成分	濃度
NaHCO ₃	500mg/L
KH ₂ PO ₄	30mg/L
CaCl ₂	3mg/L
MgSO ₄	2mg/L
FeSO ₄ ・7H ₂ O	0.4mg/L
下記微量成分	1mL/L
上記微量成分の組成	
CuSO ₄ ・5H ₂ O	0.25mg/L
ZnSO ₄ ・7H ₂ O	0.43mg/L
CoCl ₂ ・6H ₂ O	0.24mg/L
MnCl ₂ ・4H ₂ O	0.99mg/L
Na ₂ MoO ₄ ・2H ₂ O	0.22mg/L
NiCl ₂ ・6H ₂ O	0.19mg/L
Na ₂ SeO ₄ ・6H ₂ O	0.11mg/L
H ₃ BO ₃	0.014mg/L

【0041】このようにして100日程度通水を継続すると、アンモニア性窒素および亜硝酸性窒素が除去されるようになり、独立栄養性脱窒菌の増殖が確認された。約1年半通水を継続した結果、アンモニア性窒素除去速度と亜硝酸性窒素除去速度とを合計したリアクターの全窒素除去速度が1~2kg-N/m³・day以上となる程度の独立栄養性脱窒菌が集積した。独立栄養性脱窒菌が集積するに従って、アンモニア性窒素除去速度および亜硝酸性窒素除去速度がどちらも増加してくるので、基質不足にならないように負荷を増加させた。培地中の炭酸塩のモル濃度は、培地中のアンモニア性窒素のモル数の0.05倍以上のモル数とした。

【0042】試験例2

独立栄養性脱窒菌を集積するために、発泡スチロール製の球形ろ材(平均粒径3.5mm)を充填したカラムを

独立栄養性脱窒菌が自然発生的に誘導させることができることを次のようにして確認した。生物膜方式のリアクターに植種源として排水処理プラントの脱窒汚泥をリアクター容量の1/100添加し、温度30℃、pH7、BOD濃度20mg/L以下、嫌気条件下(溶存酸素濃度0.2mg/L以下)に、アンモニア性窒素2000mg-N/Lおよび亜硝酸性窒素2000mg-N/Lを含む表1の培地を通水した。その際、リアクターに対するアンモニア性窒素、亜硝酸性窒素の負荷は、処理水中の両者の濃度が1~200mg-N/Lになるように調整した。

【0040】

【表1】

用いた。このカラムは直径150mm、高さ1500mmの塩化ビニル製であり、見かけの充填容量が20Lになるようにろ材を充填して用いた。またカラムの上部のストレーナーによってろ材の流出を防止した。このようなカラムを2組用意(以下、カラムA、カラムBという)した。

【0043】上記カラムAに、有機源としてメタノールを用いて脱窒を行っている排水処理プラントの脱窒汚泥を種汚泥(試験例1においてこの汚泥中に独立栄養性脱窒菌が存在することを確認している)として添加した後、カラム下部からアンモニア性窒素100mg-N/Lおよび亜硝酸性窒素100mg-N/Lを含む前記表1の無機培地(30℃、pH7)を上向流で通水し、処理水中のアンモニア性窒素濃度および亜硝酸性窒素濃度の低下を確認しながら、流速を上げることによって窒素

負荷を増加させた。このようにして約1年半通水した結果、独立栄養性脱窒菌が集積し、アンモニア性窒素および亜硝酸性窒素を合計した全窒素除去速度は約 $2 \text{ kg-N/m}^3\text{-リアクター/day}$ となった。

【0044】前記カラムBには、亜硝酸窒素の代わりに硝酸性窒素 100 mg-N/L を含む（アンモニア性窒素との合計では 200 mg-N/L を含む）前記表1の無機培地（ 30°C 、 $\text{pH}7$ ）をカラムAと同じように通水した。このようにして約1年運転したが、処理水のアンモニア性窒素濃度、硝酸性窒素濃度はどちらも 90 mg-N/L より低下することなく、両者ともほとんど分解されなかった。過去に報告されている通り（von de Graaf, A. A., et al., Microbiology, 143(1997), p2415-2421）、アンモニア性窒素および硝酸性窒素を分解する独立栄養性脱窒菌を集積することは困難であると言える。

【0045】確認のため、独立栄養性脱窒菌が集積したカラムA（全窒素除去速度は約 $2 \text{ kg-N/m}^3\text{-リアクター/day}$ ）について、基質をアンモニア性窒素 100 mg-N/L および硝酸性窒素 100 mg-N/L を含む表1の前記無機培地に変更し、全窒素負荷 $0.05 \text{ kg-N/m}^3\text{-リアクター/day}$ で15日間運転したが、両基質ともほとんど分解されなかった。

【0046】実施例1

図1の方法で都市下水処理場の放流水の生物学的窒素除去を行った。なお、浸漬型膜分離装置3としては、分離膜11として中空糸浸漬膜を備えた膜分離装置を使用した。処理の対象となる放流水の水質は、溶存酸素濃度が 1 mg/L 、 $\text{NH}_4\text{-N}$ が 19 mg/L 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ が 0.2 mg/L 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ が 0.2 mg/L 、 pH が7.2であった。

【0047】まずアンモニア酸化菌を集積させた。すなわち、上記放流水に $\text{NH}_4\text{-N}$ が 100 mg/L 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ が 100 mg/L となるように亜硝酸ナトリウムおよび塩化アンモニウムを添加し、また水酸化ナトリウムで pH を7に調整しながら、溶存酸素濃度が 2 mg/L となるように空気を曝気し、 3.5 mm 角のウレタンスポンジの担体にアンモニア酸化菌を集積させた。

【0048】この汚泥を用いて、上記放流水の硝化を行

った。1 literの曝気槽に上記放流水を1 liter添加し、アンモニア酸化菌の付着したスポンジ 100 mL を添加して曝気した。この結果、2時間後には $\text{NH}_4\text{-N}$ が 0.2 mg/L 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ が 18 mg/L 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ が 0.3 mg/L となった。

【0049】この1 literの曝気槽に試験例2で集積した独立栄養性脱窒菌を乾燥重量として 2 g 添加した。上記放流水を 100 mL/hr の流速で通水し、処理水を三菱レーヨン社製の中空糸浸漬膜を透過させて引き抜いた。また曝気量を調節し、酸素の溶解量が曝気槽内液中のアンモニア性窒素の0.8モル倍となるように制御した。この時の溶存酸素濃度は 1 mg/L であった。その他の条件は、 $\text{pH}7.2$ 、温度 25°C 、滞留時間10時間、窒素負荷 $0.05 \text{ kg-N/m}^3\cdot\text{day}$ とした。その結果、一か月間の処理水の $\text{NH}_4\text{-N}$ は 1 mg/L 以下、 $\text{NO}_2\text{-N}$ は 1 mg/L 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ は $1\sim5 \text{ mg/L}$ で推移した。

【0050】一か月経過後、酸素の溶解量が曝気槽内液中のアンモニア性窒素の2.5モル倍となるように曝気量を増加させて、溶存酸素濃度を 5.5 mg/L に上昇させ、二週間処理した。その結果、処理水の $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度がやや増加して $1.9\sim6 \text{ mg/L}$ になったが、 $\text{NH}_4\text{-N}$ および $\text{NO}_2\text{-N}$ は変化はなかった。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施例の生物学的窒素除去装置を示す系統図である。

【符号の説明】

- 1 亜硝酸化兼脱窒槽
- 2 ガイド筒
- 3 浸漬型膜分離装置
- 4 スポンジ
- 6 原水路
- 7 散気装置
- 8 pH 調整剤供給路
- 10 ポンプ
- 11 分離膜
- 12 透過液室
- 13 処理水路

【图1】

